

High pressure sensor for measuring pressure of fluid inside component e.g. for motor vehicle diesel engine

Publication number: DE10018623

Publication date: 2001-10-25

Inventor: GLEHR MANFRED (DE)

Applicant: SIEMENS AG (DE)

Classification:

- international: **G01L9/00; G01L23/14; G01L9/00; G01L23/00;** (IPC1-7): G01L9/16; F02D41/00; G01L9/00

- european: G01L9/00A10; G01L9/00A10C; G01L9/00D4; G01L23/14

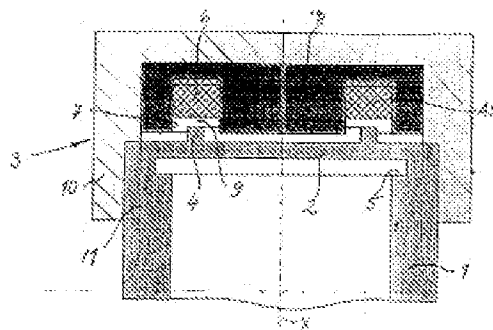
Application number: DE20001018623 20000414

Priority number(s): DE20001018623 20000414

Report a data error here

Abstract of DE10018623

The sensor has a ferromagnetic plate (2) forming an integral wall section of the component (1) and being directly exposed to the fluid pressure. An electromechanical transducer (3) excites the ferromagnetic plate to oscillate. An electronic evaluation circuit (12) produces a pressure signal from the oscillation characteristics of the ferromagnetic plate caused by the changes in tension due to the fluid pressure. The ferromagnetic plate may be the end face of a component formed as a tubular body.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



⑮ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 100 18 623 A 1**

⑤① Int. Cl.⁷:
G 01 L 9/16
G 01 L 9/00
F 02 D 41/00

⑦① Aktenzeichen: 100 18 623.8
⑦② Anmeldetag: 14. 4. 2000
④③ Offenlegungstag: 25. 10. 2001

DE 100 18 623 A 1

⑦① Anmelder:
Siemens AG, 80333 München, DE

⑦② Erfinder:
Glehr, Manfred, 93073 Neutraubling, DE

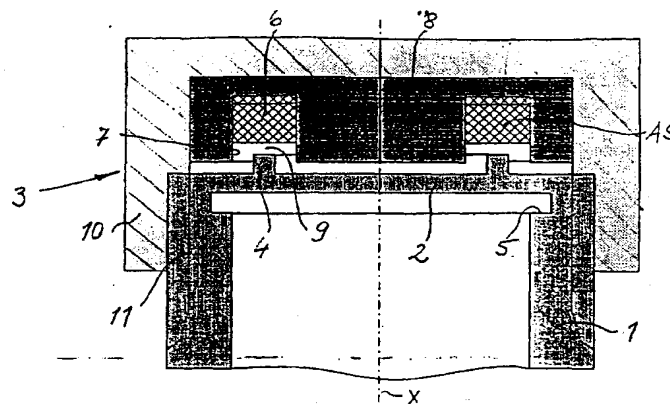
⑤⑥ Entgegenhaltungen:
DE 31 24 340 C2
DE 17 73 491 A
DE 116 65 06B

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Hochdrucksensor mit elektromechanischem Wandler

⑤⑦ Die Erfindung betrifft einen Hochdrucksensor zum Messen des Drucks eines Fluids in einem Rohrkörper (1). Eine Stirnwand des Rohrkörpers (1) wird von einer ferromagnetischen Platte (2) gebildet, die durch einen elektromechanischen Wandler (3) zu Schwingungen angeregt wird. Eine elektronische Auswerteschaltung (12) verwendet die durch den Fluiddruck bedingten Änderungen der Resonanzfrequenz der ferromagnetischen Platte (2) zum Erzeugen eines Drucksignals.



DE 100 18 623 A 1

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Hochdrucksensor zum Messen des Drucks eines Fluids im Inneren eines Bauteils.

[0002] Zum Messen sehr hoher Drücke bis etwa 3000 bar Berstdruck, wie sie z. B. in der Verteilerschiene (common rail) der Kraftstoffeinspritzanlage einer Diesel-Brennkraftmaschine auftreten, sind Hochdrucksensoren bekannt geworden, bei denen die Wölbung einer dem Druck ausgesetzten metallischen Membran mittels Dehnungsmessstreifen erfasst und hieraus z. B. in einer Brückenschaltung ein Drucksignal gebildet wird. Der Durchmesser derartiger metallischer Membranen ist sehr klein, und ihre maximale Wölbung liegt in der Größenordnung von 10 µm bis 50 µm. Ferner müssen sie bis zu 10¹⁰ Lastschaltspiele aushalten. Damit sich die Kennlinie des Hochdrucksensors nicht ändert, muss der Hochdrucksensor so ausgelegt werden, dass die beteiligten Materialien im Betrieb nicht über den Hookschen Bereich hinaus belastet werden. Das Verhältnis von Membrandicke zu Membrandurchmesser ist somit an die Eigenschaften der beteiligten Materialien gebunden und kann daher ein vorgegebenes materialbedingtes Verhältnis nicht überschreiten. Dies begrenzt die Messempfindlichkeit. Da die metallische Membran dem Hochdruck unmittelbar ausgesetzt ist, muss sie strömungsmitteldicht in das druckführende Rohr eingesetzt werden. Dies erfolgt z. B. dadurch, dass der Hochdrucksensor über eine Doppelkegeldichtung an das druckführende Rohr angeflanscht wird. Die hierbei auftretenden Abdichtungs- und Fertigungsschwierigkeiten schlagen sich in entsprechend hohen Herstellungskosten nieder.

[0003] Es sind ferner piezoelektrische Drucksensoren bekannt, bei denen ein piezoelektrisches Element dem Druck (z. B. Öl- oder Zylinderdruck) unmittelbar ausgesetzt wird. Derartige piezoelektrische Drucksensoren werden bisher jedoch im allgemeinen nur für niedrigere Drücke eingesetzt. Im übrigen treten auch bei derartigen Drucksensoren die oben beschriebenen Abdichtungs- und Fertigungsprobleme auf, abgesehen davon, dass die maximal mögliche Lastspielanzahl derartiger Sensoren relativ beschränkt sein dürfte.

[0004] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Hochdrucksensor hoher Messempfindlichkeit zu schaffen, der einfach und kostengünstig herstellbar ist und bei dem keine Abdichtungsprobleme auftreten.

[0005] Diese Aufgabe wird durch die in Anspruch 1 definierte Erfindung gelöst.

[0006] Bei dem erfindungsgemäß ausgebildeten Hochdrucksensor bildet die ferromagnetische Platte, die dem Fluidruck unmittelbar ausgesetzt ist, einen integralen Wandabschnitt des Bauteils. Mit Hilfe eines elektromechanischen Wandler wird sie zu Schwingungen angeregt, deren Frequenz von der mechanischen Spannung der ferromagnetischen Platte und damit vom Fluidruck direkt abhängt. Die durch den Fluidruck bedingten Änderungen der Schwingungseigenschaften, insbesondere der Resonanzfrequenz der ferromagnetischen Platte lassen sich dann mittels einer elektronischen Auswerteschaltung zum Erzeugen eines Drucksignals verwenden.

[0007] Da die ferromagnetische Platte einen integralen Bestandteil des Bauteils bildet, mit dem sie beispielsweise durch Schweißen verbunden ist, treten die eingangs geschilderten Abdichtungsprobleme nicht auf. Der erfindungsgemäß ausgebildete Hochdrucksensor setzt sich aus einfachen mechanischen und elektronischen Bauelementen zusammen, so dass seine Herstellung einfach und kostengünstig ist. Da aufgrund des zu messenden hohen Drucks beträchtliche Änderungen in der mechanischen Spannung der ferro-

magnetischen Platte auftreten, hat der Hochdrucksensor eine entsprechend große Messempfindlichkeit.

[0008] Der erfindungsgemäß ausgebildete Hochdrucksensor ist zum Messen sehr hoher Drücke von zum Beispiel 2000 Bar geeignet. Er lässt sich daher zum Messen des Kraftstoffdrucks in der Verteilerschiene (common rail) der Kraftstoffeinspritzanlage einer Diesel-Brennkraftmaschine verwenden, bei der Druckwerte bis etwa 3000 Bar Berstdruck auftreten. Hierbei kann das mit dem Hochdrucksensor versehene Bauteil als ein mit der Verteilerschiene verbundenes Rohr oder aber als Verteilerschiene selbst ausgebildet sein. Die ferromagnetische Platte bildet dann zweckmäßigerweise eine Stirnwand des betreffenden Rohrkörpers.

[0009] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen definiert.

[0010] Anhand der Zeichnung wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung näher erläutert. Es zeigt:

[0011] Fig. 1 einen schematischen Querschnitt durch einen Hochdrucksensor;

[0012] Fig. 2 das Ersatzschaltbild einer im Hochdrucksensor verwendeten Wicklung;

[0013] Fig. 3 das Schaltbild einer Auswerteschaltung für den Hochdrucksensor in Fig. 1.

[0014] Der in Fig. 1 dargestellte Hochdrucksensor ist am Stirnende eines als Rohrkörper ausgebildeten Bauteils 1 angeordnet, das ein Fluid eines Druckes von z. B. 2.000 bis 3000 bar enthält. Beispielsweise bildet das Bauteil 1 die Verteilerschiene (common rail) der Kraftstoffeinspritzanlage einer Diesel-Brennkraftmaschine (nicht gezeigt) oder steht mit ihr in Verbindung. Der Hochdrucksensor lässt sich dann zum Messen des Kraftstoffdrucks in der Verteilerschiene verwenden.

[0015] Die Stirnwand des Bauteils 1 wird von einer ferromagnetischen (magnetostriktiven) Platte 2 gebildet, die als Membran für einen elektromechanischen Wandler 3 dient. Damit die elektromagnetische Platte 2 zu konzentrischen Schwingungen angeregt werden kann, ist sie mit einer geeigneten Masseverteilung in Form eines ringförmigen Vorsprungs 4 versehen, der an der Außenseite der Platte 2 koaxial zur Achse x des Bauteils 1 angeordnet ist. Zwischen der ferromagnetischen Platte 2 und der Rohrwand des Bauteils 1 ist ein ringförmiger Einschnitt 5 vorgesehen, der die Schwingungsfähigkeit der ferromagnetischen Platte 2 verbessert.

[0016] Der elektromechanische Wandler 3 weist eine ringförmige Wicklung 6 auf, die in einer Ringnut 7 eines Schalenkerns 8 angeordnet ist. Die Zuordnung ist hierbei so getroffen, dass der ringförmige Vorsprung 4 der Wicklung 6 gegenüberliegt und etwas in die Ringnut 7 hineinragt, wobei zwischen dem Vorsprung und der Wicklung 6 ein Luftspalt 9 vorhanden ist.

[0017] Der Schalenkern 8 mit der Wicklung 6 ist in einem kappenförmigen Halter 10 angeordnet, der durch eine Schraubverbindung 11 auf dem Bauteil 1 gehalten wird. Durch Drehen des Halters 10 relativ zum Bauteil 1 lässt sich die Größe des Luftspaltes 9 einstellen. Der Luftspalt 9 wird naturgemäß so gewählt, dass es auch bei maximaler Schwingungsamplitude der ferromagnetischen Platte 2 zu keinem mechanischen Kontakt zwischen dem ringförmigen Vorsprung 4 und der Wicklung 6 kommt.

[0018] Die ferromagnetische Platte 2 wird von dem elektromechanischen Wandler 3 zu konzentrischen Schwingungen angeregt. Die Resonanzfrequenz der ferromagnetischen Platte 2 hängt direkt von ihrer mechanischen Spannung (Biegespannung) und somit von dem im Inneren des Bauteils 1 herrschenden Fluiddruck ab. Die aus einer Änderung des Fluiddrucks resultierenden Änderungen des Wechselmagnetfeldes des elektromechanischen Wandler 3 lassen

sich dann in einer Auswerteschaltung zum Erzeugen eines Drucksignals verwenden.

[0019] Fig. 2 zeigt das Ersatzschaltbild einer Spule mit idealer Spule L0 und Verlustwiderstand R0 mit den transponierten mechanischen Elementen R, L und C. Änderungen der mechanischen Komponenten, die durch Änderungen des Fluiddrucks und damit der mechanischen Spannung der ferromagnetischen Platte 2 bedingt sind, lassen sich dann mit einer einfachen Oszillatorschaltung beispielsweise in eine Amplituden- oder Frequenzänderung des Wechselmagnetfeld-Signals umsetzen.

[0020] Ein Beispiel einer derartigen als Auswerteschaltung 12 dienenden Oszillatorschaltung ist in Fig. 3 dargestellt. Es handelt es sich hierbei um eine sogenannte Colpitt-Oszillatorschaltung mit einer Anregungsspule AS, einer Rückkopplungsspule RS, Widerständen R1, R2, R3, R4 und Kondensatoren C1, C2, C3, die mit einem einzigen aktiven Bauelement in Form eines Transistors T auskommt.

[0021] Derartige Oszillatorschaltungen sind dem Fachmann in großer Vielfalt bekannt. So werden beispielsweise in der Uhrenschaltungstechnik komfortablere und genauere Schaltungen verwendet, die einen negativ differentiellen Widerstand oder Leitwert darstellen und als Zweipoloszillator verwendet werden können. Aus der Schaltungstechnik für induktive Näherungsschalter sind Schaltkreise bekannt, die einen Oszillator und eine Auswerteschaltung für einen Analogausgang beinhalten.

[0022] Die Auswerteschaltung 12 kann die Frequenz, Periodendauer, Phasenverschiebung, eine Schwebungsfrequenz oder Pulsweitenmodulation eines den elektromechanischen Wandler durchlaufenden Schwingungssignals zur Erzeugung des Drucksignals verwenden. Da derartige Oszillatorschaltungen dem Fachmann bekannt sind, wird auf sie nicht näher eingegangen.

[0023] Wie bereits erwähnt, kann es sich bei dem Bauteil 2 um die Verteilerschiene (common rail) einer Kraftstoffeinspritzanlage handeln. Der beschriebene Hochdrucksensor lässt sich dann zu einer Diagnose der Verteilerschiene verwenden, nachdem der Hochdrucksensor im eingebauten Zustand kalibriert wurde. Ferner können derartige Hochdrucksensoren zur Diagnose der Einspritzventile verwendet werden. Beim Einspritzvorgang der einzelnen Einspritzventile treten Druckspitzenschwankungen auf, deren Ausmaß von der Qualität der einzelnen Einspritzventile abhängt und auch einen Rückschluss auf die eingespritzte Kraftstoffmenge erlaubt. Diese kurzfristig auftretenden Druckschwankungen können durch den beschriebenen Hochdrucksensor gemessen werden, und die Abweichungen der Druckschwankungen an den einzelnen Einspritzventilen lassen sich dann als Maß für die Qualität des betreffenden Einspritzventils im Verhältnis zum Durchschnittswert der Einspritzventile oder auch im Verhältnis zum zeitlichen Mittelwert der Eigenschaften eines einzelnen Einspritzventils (Alterung) auswerten.

Patentansprüche

1. Hochdrucksensor zum Messen des Drucks eines Fluids im Inneren eines Bauteils (1), mit einer ferromagnetischen Platte (2), die einen integralen Wandabschnitt des Bauteils (1) bildet, um dem Fluiddruck unmittelbar ausgesetzt zu werden, einem elektromechanischen Wandler (3), der die ferromagnetische Platte (2) zu Schwingungen anregt, und einer elektronischen Auswerteschaltung (12), die durch den Fluiddruck bedingte Änderungen der mechanischen Spannung und somit des Schwingungsverhaltens der ferromagnetischen Platte (2) zur Erzeugung eines

Drucksignals verwendet.

2. Hochdrucksensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die ferromagnetische Platte (2) eine Stirnwand des als Rohrkörper ausgebildeten Bauteils (1) bildet.

3. Hochdrucksensor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Bauteil (1) als Verteilerschiene einer Kraftstoffeinspritzanlage einer Brennkraftmaschine ausgebildet ist.

4. Hochdrucksensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die ferromagnetische Platte (2) zwecks Erzeugung konzentrischer Schwingungen mit einem ringförmigen Vorsprung (4) versehen ist, der einer entsprechend ringförmigen Wicklung (6) des elektromechanischen Wandlers (3) gegenüberliegt, wobei zwischen dem Vorsprung (4) und der Wicklung (6) ein Luftspalt (9) vorgesehen ist.

5. Hochdrucksensor nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Wicklung (6) in einer Ringnut (7) eines Schalenkerns (8) angeordnet ist, der durch einen Halter (10) an dem Bauteil (1) befestigt ist.

6. Hochdrucksensor nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Halter (10) als Kappe ausgebildet ist, die durch eine Schraubverbindung (11) am Bauteil (1) angebracht ist, um den Luftspalt (9) zwischen der Wicklung (6) und dem ringförmigen Vorsprung (4) der ferromagnetischen Platte (2) einstellen zu können.

7. Hochdrucksensor nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Wicklung (6) aus einer Anregungsspule (AS) und einer Rückkopplungsspule (RS) einer Oszillatorschaltung (Fig. 3) besteht.

8. Hochdrucksensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteschaltung (12) die Frequenz, Periodendauer, Phasenverschiebung, eine Schwebungsfrequenz oder Pulsweitenmodulation eines den elektromechanischen Wandler (3) durchlaufenden Schwingungssignals zur Erzeugung des Drucksignals verwenden.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

FIG 1

